

AValiação DE INTERFACES NO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

Teresa Stanislau¹, Jorge Freire de Sousa²

¹Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

²IDMEC e Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

RESUMO

Dada a complexidade inerente à avaliação de interfaces de transporte de passageiros, e sendo um interface um sistema influenciado pela envolvente e que a influencia, a aplicação de uma metodologia “Soft” parece ser a mais adequada para a estruturação correcta do problema. Uma vez estruturado o problema, é definida uma metodologia multicritério para a avaliação.

1. A INTERMODALIDADE E OS INTERFACES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Várias são as soluções apresentadas por investigadores e políticos para a minimização do problema do congestionamento nas cidades, sendo geralmente o crescimento do transporte individual de passageiros apontado como o grande responsável pela presente situação. Assim sendo, o transporte público de passageiros surge naturalmente como uma componente óbvia de alternativa ao transporte individual. Sistemas de transporte com diferentes modos de transporte coordenados, de forma a que um mesmo passageiro possa numa viagem utilizar diferentes modos de transporte em cada etapa, denominam-se sistemas intermodais.

O transbordo, ou transferência do passageiro de um veículo para outro, é efectuado num interface, sendo considerado como uma parte penalizante de uma viagem, uma vez que representa normalmente uma “perda de tempo” para o cliente do sistema intermodal de transportes, sendo por isso importante avaliar o funcionamento do interface. Um interface vai muito além do conceito de estação, podendo antes ser visto como um centro multifuncional de transportes e informação ao público e, por vezes, com outros serviços adicionais, tais como zonas comerciais.

2. O PROBLEMA DOS INTERFACES EM PORTUGAL

Em Portugal, a intermodalidade é ainda uma problemática recente, que se coloca sobretudo nas grandes áreas metropolitanas de Lisboa e Porto. Apenas nos últimos anos se tem adoptado uma política voltada para a intermodalidade e, mesmo assim, de uma forma ainda muito ténue. Neste contexto, os interfaces de transporte público, que começam a ser vistos como tal apenas em finais do século XX, muitos deles ainda em construção, são infraestruturas pouco estudadas e às quais normalmente não se dá a devida importância em termos de funcionamento prático.

2.1. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE SOFT SYSTEMS

Em situações em que seja necessário tomar decisões estratégicas, é de extrema importância considerar não só as pessoas envolvidas no problema, mas também toda a subjectividade inerente à percepção e interpretação da envolvente de cada um. As metodologias “Soft” são baseadas em sistemas de pensamento dirigindo-se sobretudo para o desenvolvimento e análise de opções estratégicas sendo, ao contrário das tradicionais metodologias “Hard”, difíceis de explicar e de utilizar. A sua aplicação justifica-se sobretudo em problemas confusos e mal definidos, ou seja, em situações complexas que envolvam comportamentos humanos, aspectos sociais e culturais, exigindo uma investigação cíclica e sistémica, e não sistemática, ou seja, uma análise do sistema como um todo (Checkland e Scholes, 1990).

Dada a complexidade inerente à avaliação de interfaces de transporte de passageiros, e sendo um interface um sistema influenciado pelos comportamentos de todos aqueles que diariamente o utilizam, influenciando ele próprio o meio, a aplicação de uma metodologia “Soft” parece ser a mais adequada para a estruturação correcta do problema.

2.1.1 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com a situação descrita no ponto 2, e com base na revisão de legislação e bibliografia, e na recolha de informação junto de alguns dos principais intervenientes, foi possível estruturar o problema conforme apresentado na Figura 1.

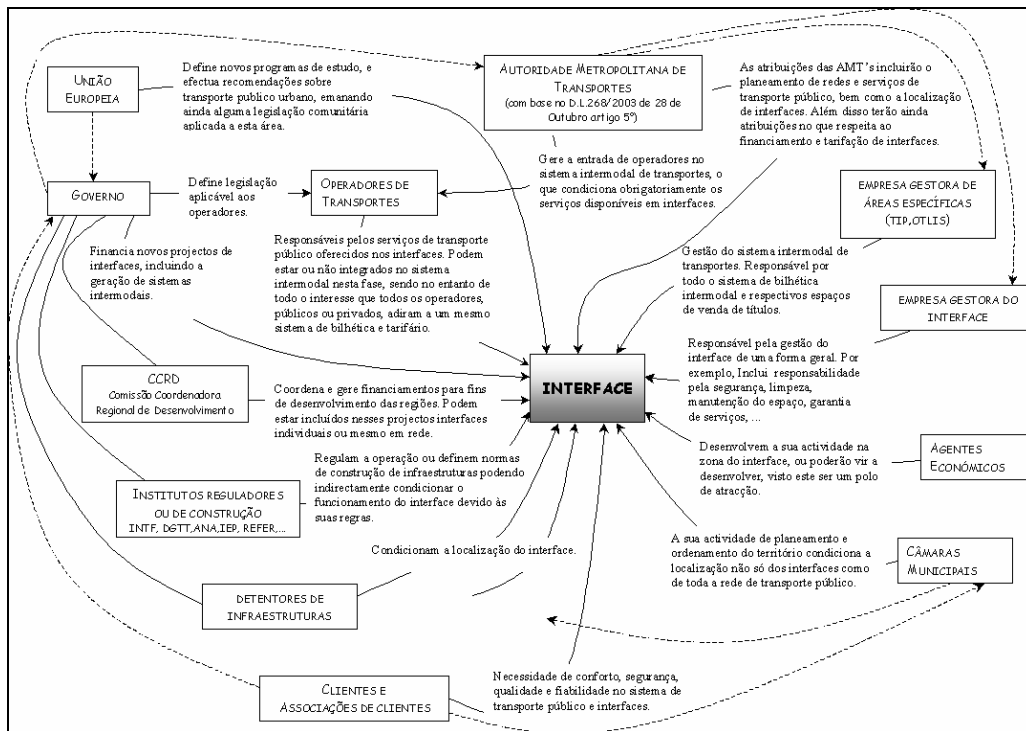


Figura 1 – Estruturação do Problema

2.1.2 DEFINIÇÕES DE RAIZ DO SISTEMA

Após a estruturação do problema, procedeu-se à formulação das definições de raiz do sistema, que serão decisivas para a criação de um modelo conceptual que possa vir a ser comparado com o mundo real.

Assim sendo, e aplicando a análise CATWOE, definem-se as seguintes entidades:

- **Cliente** - identificam-se como principais clientes do sistema os utilizadores do sistema intermodal, que diariamente utilizam os interfaces que deverão ser objecto de análise, e ainda:

Comércio ou outras actividades económicas que se desenvolvam no interface, pois não só contribuirão para o sucesso do interface, como o seu próprio sucesso está intrinsecamente dependente da localização e funcionamento interno do interface.

Detenores dos terrenos que poderão beneficiar com a sua venda para construção do interface ou de terrenos adjacentes ao interface que poderão vir a ser valorizados.

Sociedade, em termos gerais, pois aqueles que não utilizam actualmente o sistema de transportes públicos poderão vir a ser aliciados a utilizá-lo, e um melhor funcionamento do sistema de transportes, existindo intermodalidade efectiva, poderá

contribuir para o desenvolvimento sustentável da área metropolitana, beneficiando toda a sociedade, utilizadores e não-utilizadores de interfaces.

- **Actor** – elegem-se como actores as entidades que têm a responsabilidade pela construção e exploração dos novos interfaces. Julga-se que, atendendo às suas atribuições legais, possa vir a ser considerado como actor a Autoridade Metropolitana de Transportes (AMT), uma vez que, previsivelmente, virá a ser responsável pelo planeamento, financiamento e tarifação do sistema de transportes. Serão também considerados actores os gestores dos interfaces, sejam eles autoridade ou outra entidade, uma vez que caberá a essa entidade avaliar o funcionamento dos interfaces, e planear novos interfaces. Poderão ser também gestores do sistema, embora com um papel mais secundário, as empresas responsáveis por partes do sistema intermodal, como por exemplo a gestão do sistema de bilhética e de espaços de venda de títulos.
- **Transformação** – procedimento que permitirá transformar dados que caracterizam a localização e planeamento da estrutura interna do interface em proposta de qualificação do interface por categorias. Este procedimento será baseado numa análise multicritério
- **Weltanschauung** – no caso de estarmos apenas em fase de projecto de um interface e aplicarmos a análise multicritério estabelecida, será possível fazer opções em que os pontos positivos superem os negativos, maximizando os benefícios de um interface do tipo proposto. No caso de interfaces em funcionamento, será possível analisar forças e fraquezas e procurar soluções de melhoramento do interface de acordo com a avaliação efectuada.
- **Owner/Proprietário** – em última instância, actualmente, poder-se-á considerar o Governo, visto ser este a entidade com poder de financiamento e aprovação final dos projecto de infra-estruturas. Em fase posterior, uma vez que as AMT's terão uma série de competências definidas no que respeita a interfaces e intermodalidade, poder-se-á considerar a AMT.
- **Ambiente/restrições** – social (densidade populacional, taxa de desemprego), económico-financeiro (custo do solo, incentivos ao comércio por exemplo), informação disponível e capacidade de a reunir, ambiental (em termos visuais, ruído, tipo de solo), legal (legislação em vigor em termos nacionais, regionais e locais), Planos Directores Municipais, Planos de Ordenamento Regional, Planos de Mobilidade, infra-estruturas (estando os interfaces localizados em nós de redes de infraestruturas esta será também condicionante à escolha de local).

2.1.3 CONSTRUÇÃO DO MODELO CONCEPTUAL

A avaliação de um interface de transporte público de passageiros é um processo complexo que envolve muita informação e muitos interessados, sendo por isso necessário estruturá-la convenientemente com base num modelo conceptual. Propõe-se assim que se aplique um modelo conceptual para análise de interfaces semelhante ao apresentado na Figura 2.

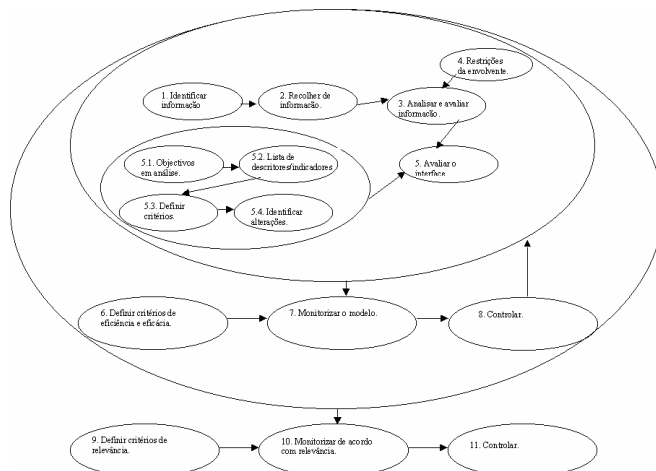


Figura 2 – Modelo Conceptual

2.1.3 COMPARAÇÃO DO MODELO CONCEPTUAL COM A REALIDADE E ACÇÕES DE MELHORIA

A comparação com o sistema real é feita com base nas opiniões recolhidas entre os diferentes intervenientes no processo. Uma análise comparativa simplificada permite concluir que não existem avaliações do funcionamento dos interfaces, nem da sua gestão. Podem eventualmente ocorrer alguns estudos, normalmente de fluxos, para elaboração de projectos de sinalética ou de informação ao público que são normalmente deixados para o final do projecto do interface.

Uma vez que as etapas 1 a 5 do modelo conceptual correspondem à identificação, recolha e análise da informação necessária e diagnóstico da situação, apenas após se efectuar a avaliação completa do interface, correspondente ao desenvolvimento da etapa 5, será possível propor acções de melhoria com base na situação diagnosticada. Assim sendo, as acções para melhorar a situação serão desenvolvidas apenas após a aplicação da metodologia de avaliação.

3. MODELO DE AVALIAÇÃO DE INTERFACES

A avaliação de um dado interface em funcionamento deverá ter em conta diversas vertentes de análise e conseqüentemente vários critérios. Esses diferentes critérios de avaliação estão, de certo modo, todos eles interligados entrando, muitas vezes, em conflito. Deste modo, propõe-se a aplicação de uma metodologia baseada na análise multicritério.

As metodologias de análise de decisão multicritério procuram tornar explícitos os diferentes critérios a considerar na tomada de uma decisão. Enquanto os processos convencionais de tomadas de decisão normalmente consideram apenas critérios quantitativos, a análise multicritério considera tanto critérios quantitativos como qualitativos (Yedla e Shrestha, 2003).

Note-se que estas metodologias de análise são apenas de apoio e não a resposta para todos os problemas que envolvam n critérios. O que a análise multicritério faz é tornar o mais objectivo possível o processo de decisão, facilitando a compreensão do problema.

No caso da avaliação de interfaces, não se pretende propriamente tomar uma decisão. Pretende-se sim avaliar o interface, tendo em conta níveis de referência a alcançar para os diferentes critérios considerados. O problema de avaliação de interfaces assemelha-se a um problema de afectação, em que se pretende classificar acções em classes ou categorias. Assim sendo, os diversos factores sujeitos a avaliação deverão ser analisados à luz de uma função de valor. O valor atribuído a cada factor reflectirá a percepção do avaliador, mas também poderá atender a valores daqueles que são diariamente utilizadores do interface, ou que estão envolvidos no seu planeamento e gestão.

O interface poderá ter uma avaliação final (equação 1), caso se pretenda comparar a avaliação de vários interfaces, mas a avaliação de cada critério estará sempre presente e poderá ser isolada.

$$I_j = \alpha_i A_j + \alpha_{i+1} B_j + \dots + \alpha_{i+n} C_j \quad (\text{equação 1})$$

em que: I_j – interface j ; α_i – peso do critério, sendo $\sum_{i=1}^n \alpha_i$; A_j – critério A do interface j

Existindo vários sub-critérios de avaliação, é necessário uniformizar todas as funções de valor definidas, tanto para os sub-critérios que sejam desde início avaliados numa escala quantitativa, como para os sub-critérios de classificação inicialmente qualitativa. Assim, em vez de definir uma função para cada sub-critério, e no fim uniformizar a escala de todas elas, optou-se por utilizar um software em que as escalas de avaliação ao serem definidas já ficam uniformizadas, uma vez que a escala de classificação é sempre a mesma, variando entre 0 e 1. Em vez de atribuir uma função de valor a cada sub-critério, define-se a utilidade desse critério por uma escala, podendo ainda atribuir diferentes pesos a cada sub-critério e recorrer a escalas subjectivas.

O software utilizado foi o GMAA – Generic Multi-Attribute Analysis, desenvolvido no Departamento de Inteligência Artificial da Faculdade de Ciências Informáticas da Universidade Técnica de Madrid, por Insua, Caballero e Martin. Este software tem várias potencialidades que

facilitam desde o início a resolução de um problema tão complexo como o da avaliação de um interface.

Numa primeira fase, o problema foi estruturado segundo uma árvore hierárquica (Figura 3) com os diferentes critérios e sub-critérios, e respectivos atributos, e com o objectivo – avaliação do interface. São identificadas possíveis alternativas, o seu impacto e consequências. Em qualquer altura, as diferentes alternativas poderão ser alteradas ou adicionadas ao documento de trabalho.

Para cada sub-critério considerado, foram definidas funções de utilidade. O peso a atribuir a cada critério e sub-critério pode ser definido pelo avaliador. A avaliação do interface, e posteriormente das diferentes alternativas, é feita com base nas funções definidas e nas observações do avaliador. O software permite ainda a realização de diferentes tipos de análise de sensibilidade caso seja necessário.

No caso de sub-critérios cuja avaliação seja de carácter qualitativo, como informação sobre o sistema ou limpeza, foram definidos níveis de avaliação que permitem quantificar o valor da classificação a atribuir a esse sub-critério. Assim, para cada nível de avaliação existe um intervalo de valores possíveis para a classificação a atribuir pelo avaliador. Os intervalos de classificação de cada nível, bem como os níveis de classificação, foram definidos tendo por base a revisão de literatura realizada.

No caso de sub-critérios cuja avaliação seja quantitativa, como por exemplo áreas de circulação, a utilidade de cada critério foi definida recorrendo a uma potencialidade do software que permite determinar uma função de troços lineares quando o decisor (ou avaliador neste caso) não tem muito conhecimento ou dados sobre o assunto. São conjugados dois métodos para obter uma função de utilidade: por um lado, um método da classe dos métodos de certeza equivalente (CE- method), por outro, um método de probabilidade equivalente (PE-method).

A metodologia proposta para a avaliação de um interface consiste na avaliação de 43 sub-critérios, que definem por sua vez 6 critérios:

$$C_j = \sum \alpha_i A_i \quad (\text{equação 2})$$

sendo: C_j – critério j; A_i - sub-critério i a avaliar; α_i – peso do sub-critério i

De uma forma geral, os diferentes sub-critérios poderão ter igual peso na avaliação do critério, no entanto, em cada caso, caberá ao avaliador definir e justificar os pesos atribuídos.

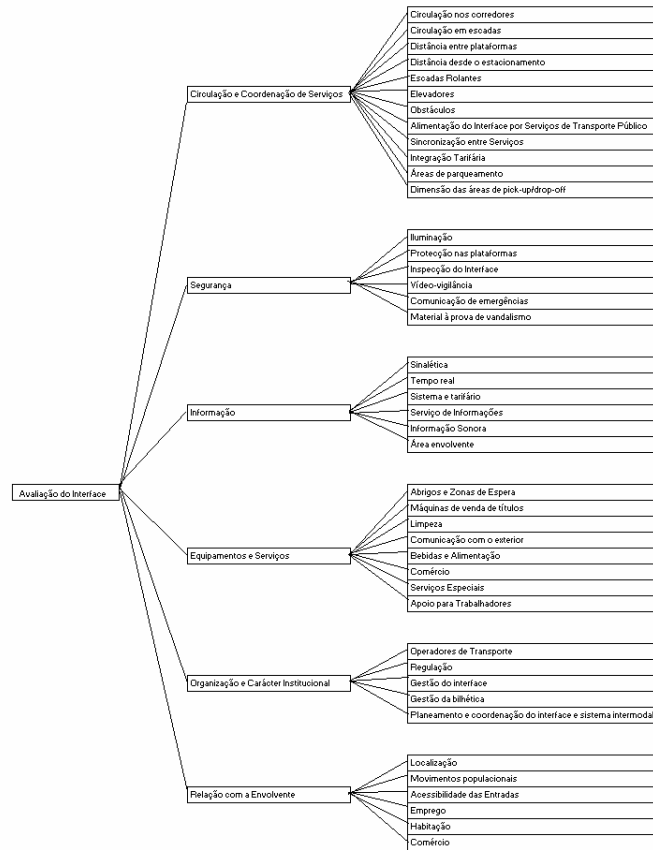


Figura 3 – Árvore Hierárquica de Estruturação

Avaliados os seis critérios, é possível saber quais os pontos fracos e os pontos fortes do interface e realizar uma análise de sensibilidade tendo em conta os três tipos de sub-critérios: relacionados com o projecto do interfaces, a gestão e a sua envolvente.

Depois de avaliar o interface, são propostas acções de melhoria. Cada uma destas acções poderá ser então considerada uma alternativa, e ser adicionada ao modelo construído. As várias alternativas e a situação actual poderão ser então comparadas e efectuado um ranking de alternativas que servirá de apoio para decisões futuras de alteração do interface.

Este mesmo modelo poderá ainda servir para comparar interfaces de características semelhantes, representando cada interface uma alternativa.

CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia SSM permitiu estruturar todo o problema de avaliação de interfaces de forma clara e objectiva, retratando a visão de alguns intervenientes.

No desenrolar do processo de aplicação da SSM, tornou-se evidente a complexidade do problema. São numerosos os intervenientes no problema, e existe ainda muito pouca informação sobre o tema no nosso país, estando muitas vezes os próprios decisores pouco informados.

Criar um processo de avaliação de interfaces, com base em critérios claros, tem todo o interesse para uma melhoria global dos sistemas de transportes. Dada a variedade de intervenientes no processo, e os numerosos critérios, de carácter quantitativo e qualitativo, foi definida uma metodologia de avaliação de interfaces. O método proposto, além da avaliação de um interface, permite a análise de cenários hipotéticos de alterações a realizar, sendo estes considerados como alternativas. Finalmente, o mesmo modelo permite a comparação de diferentes interfaces, desde que tenham as mesmas características gerais.

REFERÊNCIAS

- Bana e Costa, C., Ensslin, L., Corrêa, E., Vansnick, J-C (1999). “ Decision Support Systems in action: Integrated application in a multicriteria decision aid process”, *European Journal of Operational Research* 113, pp. 315-335.
- Belton, V. And Stewart, T.J. (2002). “Multiple Criteria Decision Analysis – An Integrated Approach”, Kluwer Academic Publishers.
- Bogetoft, P., Pruzan, P. (1994). “Planning with Multiple Criteria”, Kluwer Academic Publishers.
- Checkland, P.(1998). “Systems Thinking, Systems in Practice”, John Wiley & Sons.
- Insua, S.R., Caballero, A.M., Martín, A.J., “GMAA User’s Guide”, em <http://www.dia.fi.upm.es> [27 de Junho de 2005]
- Oliveira, R.C., Lourenço, J.C. (2002) “A multicriteria model for assigning new orders to service suppliers”, *European Journal of Operational Research* 139, pp. 390-399.
- Ormerod, Richard (1999). “Putting soft OR methods to work: The case of the business improvement project at PowerGen, *European Journal of Operational Research* 118, pp. 1-29.
- Rodriguez-Ulloa, R., Paucar-Caceres, A., “Soft Systems Dynamics Methodology (SSDM): A Combination of Soft Systems Methodology (SSM) and System Dynamics (SD)”, em <http://www.cgi.albany.edu/~sdsweb/sdsweb.cgi?P163> [Agosto 2004]
- Wilson, B., (1990). “Systems: Concepts, Methodologies, and Applications”, 2nd ed., John Wiley & Sons.
- Yedla, S., Shrestha, R. (2003) “Multi-criteria approach for the selection of alternative options for environmentally sustainable transport system in Delhi”, *Transportation Research Part A* 37, pp. 717-729.
- Zopounidis, C., Doumpod, M., “Multicriteria decision aid in Classification problems”, em <http://www.inesc.pt/~ewgmcda/OpZopounidisDoumpos.html> [16 de Junho de 2005]